

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-229951

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

B60L 11/18

H01M 8/00

(21)Application number : 2000-038405

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 16.02.2000

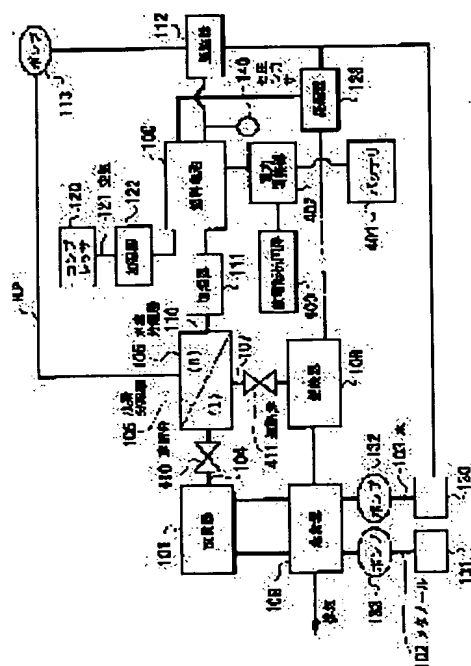
(72)Inventor : IWASAKI YASUKAZU

## (54) FUEL-CELL SYSTEM FOR MOVING OBJECT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel-cell system for moving objects, that can reduce residual hydrogen concentration to an extremely low level in a hydrogen circulation system consisting of the fuel-pole side of a fuel cell and the secondary side of hydrogen separation film, at the time of system suspension, within a short time before the temperature of the hydrogen separation film becomes lower than the hydrogen-embrittlement temperature.

**SOLUTION:** At system suspension, electricity is generated by residual hydrogen, while vapor is circulated in a hydrogen circulation system HLP, consisting of the fuel-pole side of a fuel cell 100 and the secondary side of hydrogen separation film 106. After that, while the vapor is being circulated in the hydrogen circulation system, voltage is applied to the fuel cell 100 from a battery 401, and by electrochemically transporting residual hydrogen which is left in slight amount from the fuel pole to the air pole of the fuel cell, residual hydrogen concentration in the hydrogen circulation system is reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-229951  
(P2001-229951A)

(43) 公開日 平成13年 8 月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-ミ-ト* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	Y 5 H 0 2 7 J 5 H 1 1 5
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	G
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-38405 (P2000-38405)

(22) 出願日 平成12年 2 月16日 (2000.2.16)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 岩崎 靖和

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外 8 名)

Fターム (参考) 5H027 AA02 BA01 BA09 BA16 DD03

KK54 KK56 MM01 MM03 MM04

MM08 MM09 MM12 MM26

5H115 PG04 PI16 PI18 PI29 PU01

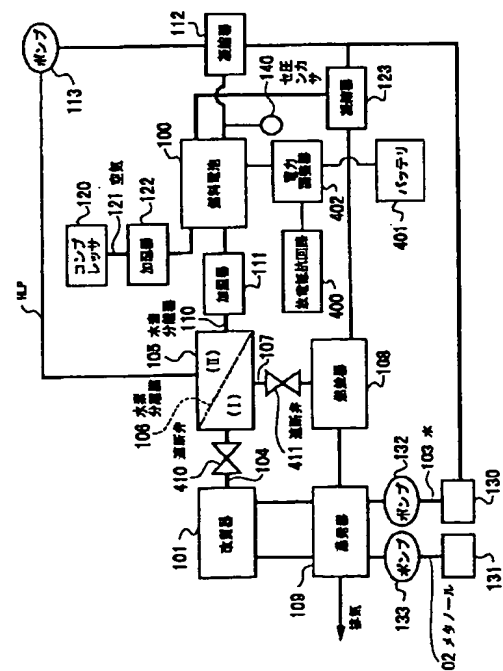
QI04 TU16

(54) 【発明の名称】 移動体用燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 移動体用燃料電池システムにおいて、システム停止時に燃料電池の燃料極側と水素分離膜の2次側から構成される水素循環系の残留水素濃度を水素分離膜の温度が水素脆化温度以下になる前に、短時間のうちに極めて低い水素濃度に低減する。

【解決手段】 システムの停止時に、燃料電池100の燃料極側と水素分離膜106の2次側から構成される水素循環系HLPに水蒸気を循環させながら残留水素による発電を行った後、当該水素循環系に水蒸気を循環させながらバッテリー401から燃料電池100に電圧を印加し、僅かに残存する残留水素を燃料電池の燃料極から空気極に電気化学的に輸送することにより、水素循環系内の残留水素濃度を低減する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料を改質して水素リッチなガスを生成する改質器と、  
前記改質器によって生成した水素リッチなガスから水素を分離する水素分離器と、  
前記水素分離器で分離された水素と酸素を含むガスとを用いて発電する燃料電池と、  
前記燃料電池によって発電された電力を貯蔵するバッテリーと、  
前記燃料電池によって発電された電力と前記バッテリーに貯蔵されている電力を制御する電力制御器と、  
前記水素分離器と前記燃料電池とから構成される水素循環系の循環ポンプと、  
当該システム停止時に、前記水素循環系に水蒸気を循環させながら当該水素循環系内の残留水素による発電を行った後、当該水素循環系に水蒸気を循環させながら前記バッテリーから前記燃料電池に電圧を印加して当該水素循環系の残留水素を前記燃料電池の燃料極側から空気極側に電気化学的に輸送することにより、前記水素循環系内の残留水素濃度を低減する残留水素パージ手段を備えて成る移動体用燃料電池システム。

【請求項2】 前記残留水素パージ手段は、前記残留水素による発電電力を前記バッテリーに充電することを特徴とする請求項1に記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項3】 余剰電力を放電する放電抵抗回路を備え、前記残留水素パージ手段は、前記残留水素による発電電力を前記放電抵抗回路に放電することを特徴とする請求項1に記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項4】 余剰電力を放電する放電抵抗回路を備え、前記残留水素パージ手段は、前記バッテリーの充電状態に応じて、前記残留水素による発電電力の当該バッテリーへの充電と前記放電抵抗回路への放電とを切り替えることを特徴とする請求項1に記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項5】 前記残留水素パージ手段は、前記バッテリーから前記燃料電池に電圧を印加させ、水素の電気化学的輸送を一定時間行うことを特徴とする請求項1に記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項6】 前記残留水素パージ手段は、前記燃料電池の電流電圧特性から前記水素循環系の残留水素濃度が所望の濃度以下になったことを判断したときに、前記バッテリーから前記燃料電池への電圧印加を停止し、水素の電気化学的輸送を停止することを特徴とする請求項1又は5に記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項7】 前記空気極の入口側及び出口側それぞれに遮断手段を備え、前記残留水素パージ手段は、前記水素循環系の残留水素濃度を低減させた後、前記燃料電池の空気極を水蒸気でパージし、しかる後に前記空気極の入口側並びに出口側を前記遮断手段により遮断することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の移動体用

燃料電池システム。

【請求項8】 前記水素分離器の入口側並びに出口側を遮断する遮断手段と、前記燃料電池の燃料極側を大気開放する開放手段とを備え、前記残留水素パージ手段は、前記水素循環系の残留水素の電気化学的輸送が終了した後、前記水素循環系の前記水素分離器の入口側並びに出口側を前記遮断手段により遮断し、前記燃料電池の燃料極を前記大気開放手段により大気開放することを特徴とする請求項1に記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項9】 前記水素分離器の改質ガス側の入口側及び出口側を遮断する遮断手段を備え、前記残留水素パージ手段は、当該システムの停止時に前記遮断手段により前記水素分離器の改質ガス側の入口側並びに出口側を遮断することを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の移動体用燃料電池システム。

【請求項10】 前記残留水素パージ手段は、前記水素分離器の改質ガス側の入口側並びに出口側を遮断する前に、前記水素分離器の改質ガス側を水蒸気でパージすることを特徴とする請求項9に記載の移動体用燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動体用燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の水素分離器を採用する燃料電池システムには、図5に示す構成のものが知られている。この従来の燃料電池システムにおいて、100は燃料電池、101はメタノール102を水103を用いて水蒸気改質し、水素リッチなガス104を生成する改質器、105は水素リッチなガス104から水素を分離する水素分離器、106はパラジウムを主成分とする水素分離膜、108は水素リッチなガス104から水素分離器105によって大部分の水素が分離された排ガス107を燃焼させる燃焼器である。

【0003】 水素分離器105で精製された純水素110は加湿器111で水蒸気が加えられ、燃料電池100の燃料極に送られ、燃料電池100の燃料極で水素の一部が消費され、凝縮器112で水蒸気が回収され、ポンプ112により水素分離器105に戻される。すなわち水素循環系HLPが構成されている。

【0004】 一方、コンプレッサ120により空気121は燃料電池100の空気極に送られ、ここで一部の酸素が消費され、凝縮器123で水蒸気が回収された後、燃焼器108に送られ、ここで排ガス107を燃焼させるのに用いられる。凝縮器112、123で回収された水蒸気は液体の水として水タンク131に回収される。

【0005】 メタノールタンク130内のメタノール並びに水タンク131内の水はポンプ132、133によって蒸発器109に送られ、燃焼器108で発生した熱

3

によって気化され、改質器101に送られる。なお、燃焼器108で発生した熱は蒸発器109で用いられる。他、改質器101内での吸熱反応の熱源や水素分離膜106の保温等に利用される。そして燃焼器108で発生する熱量が不足している場合には、メタノールタンク130内のメタノールを燃焼器108に送り燃料の不足分を補う場合もある。燃料電池100の運転圧力は圧力センサ140の信号に基づき、システム全体をコントロールするコントローラ（図示せず）により制御される。

【0006】次に従来の燃料電池システムを停止する方法について説明する。水素分離膜106の1次側を窒素パージするために、メタノール及び水の蒸発器109への供給を停止し、バルブ300を開いて外部に設けられた窒素供給装置により供給される窒素を系内に導入し、蒸発器109の蒸気発生側、改質器101、水素分離器105における水素分離膜106の1次側（I）、燃焼器108、蒸発器109の熱源側の順にパージし、水素やメタノールを不活性ガスで置換する。

【0007】また水素分離器105における水素分離膜106の2次側（II）を窒素パージするために、バルブ301を閉じ、バルブ303を排気のために開き、バルブ302を開き、外部に設けられた窒素供給装置により供給される窒素を水素循環系HLP内に導入し、ポンプ112、水素分離膜106の2次側（II）、加湿器111、燃料電池100の燃料極、凝縮器112の順にパージし、水素を不活性ガスで置換する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような従来の燃料電池システムでは、次のような技術的課題が残されていた。水素分離器を採用した燃料電池システムでは、水素分離膜としてパラジウムを主とする合金膜を用いているため、システム停止の際に、水素分離膜の温度が例えば、170～200℃という水素脆化温度以下になる前に、極めて低濃度（数百ppm以下）にまで速やかに水素を除去する必要がある。

【0009】この水素除去は、オンサイトの燃料電池発電プラントであれば不活性ガスである窒素ガスでパージすることにより技術的に容易に行うことができる。しかしその場合、窒素ガスの消費量が多いため、消費する窒素ガスのコスト、窒素ポンベの交換あるいは液体窒素の充填等の保守作業コスト等が問題となる。水素分離膜を有していない燃料電池システムであっても、不活性ガスパージを必要とする燃料電池を使用している場合であれば同様に問題である。

【0010】そこで、消費する窒素の量を節約するために、あるいは保守作業を低減するために、種々の提案がなされている。例えば前者では特開平9-45351号公報に記載された技術があり、後者では特開平6-203864号公報に記載された技術がある。しかしながら、燃料電池自動車に供される移動体用燃料電池システ

4

ムでは、スペースの制約が非常に厳しく、システム停止のたびに大量に消費される窒素ガスをポンペに抱えて車載することは非常に困難であり、上述したような窒素パージを必要としない燃料電池システムが切望されている。

【0011】水素分離膜を有しない燃料電池システムであれば、例えば特開平8-195210号公報に記載されているように、燃料電池の燃料極並びに空気極の入口側並びに出口側を遮断弁により遮断し、燃料極側の遮断された空間の、圧力調整のためのバッファタンクを設ける提案がなされている。

【0012】しかし水素分離膜を有する燃料電池システムにおいては、水素分離膜の水素脆化を防止するために極めて低い水素濃度にまで窒素パージすることが必要なため、このような遮断をかけるだけでは窒素パージを不要にすることはできず、このような提案を移動体用燃料電池システムに適用することはできない。

【0013】他方、燃料電池の燃料極を不活性ガスを用いてパージするだけでは、電極触媒に吸着している水素があるために効果的にパージすることが困難である。これを解決し、パージを効果的に行い、残留水素濃度を低減するための方法として、不活性ガスによるパージを行いながら余剰電力を発電し、放電抵抗回路で余剰電力を放電することによって、残留水素を消費する方法が知られている。しかしながら、この方法でも、残留水素濃度が低減するにつれて燃料電池の残留水素の消費能力が低下するため、システムの通常の運転を停止させた後、水素脆化が始まる温度までシステム温度が低下する前までの短時間のうちに極めて低い水素濃度にまで残留水素濃度を下げることが難しい。

【0014】本発明はこのような従来の技術的課題に鑑みてなされたもので、システム停止時に燃料電池の燃料極側と水素分離膜の2次側から構成される水素循環系の残留水素濃度を水素分離膜の温度が水素脆化温度以下になる前に、短時間のうちに極めて低い水素濃度に低減することができる移動体用燃料電池システムを提供することを特徴とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の移動体用燃料電池システムは、燃料を改質して水素リッチなガスを生成する改質器と、前記改質器によって生成した水素リッチなガスから水素を分離する水素分離器と、前記水素分離器で分離された水素と酸素を含むガスとを用いて発電する燃料電池と、前記燃料電池によって発電された電力を貯蔵するバッテリーと、前記燃料電池によって発電された電力と前記バッテリーに貯蔵されている電力を制御する電力制御器と、前記水素分離器と前記燃料電池とから構成される水素循環系の循環ポンプと、当該システム停止時に、前記水素循環系に水蒸気を循環させながら当該水素循環系内の残留水素による発電を行った後、当

5

該水素循環系に水蒸気を循環させながら前記バッテリーから前記燃料電池に電圧を印加して当該水素循環系の残留水素を前記燃料電池の燃料極側から空気極側に電気化学的に輸送することにより、前記水素循環系内の残留水素濃度を低減する残留水素パージ手段を備えたものである。

【0016】請求項1の発明の移動体用燃料電池システムでは、システムの停止時に、残留水素パージ手段が、燃料電池の燃料極側と水素分離膜2次側から構成される水素循環系に水蒸気を循環させながら残留水素による発電を行った後、当該水素循環系に水蒸気を循環させながらバッテリーから燃料電池に電圧を印加し、僅かに残存する残留水素を燃料電池の燃料極から空気極に電気化学的に輸送することにより、水素循環系内の残留水素濃度を低減する。これにより、水素循環系の残留水素濃度を、水素分離膜の温度が水素脆化温度以下になる前に短時間のうちに極めて低い水素濃度に低減する。

【0017】請求項2の発明は、請求項1の移動体用燃料電池システムにおいて、前記残留水素パージ手段が前記残留水素による発電電力を前記バッテリーに充電するものであり、システム停止時に残留水素による発電電力をバッテリーに充電することによりエネルギー効率を高める。

【0018】請求項3の発明は、請求項1の移動体用燃料電池システムにおいて、余剰電力を放電する放電抵抗回路を備え、前記残留水素パージ手段が前記残留水素による発電電力を前記放電抵抗回路に放電するものであり、残留水素による発電電力を速やかに消費させることにより残留水素濃度を速やかに低減する。

【0019】請求項4の発明は、請求項1の移動体用燃料電池システムにおいて、余剰電力を放電する放電抵抗回路を備え、前記残留水素パージ手段が前記バッテリーの充電状態に応じて、前記残留水素による発電電力の当該バッテリーへの充電と前記放電抵抗回路への放電とを切り替えるものであり、システム停止時にバッテリーの充電状態に応じて残留水素による発電電力のバッテリーへの充電と放電抵抗回路への放電とを切り替えることによってエネルギー効率を改善し、かつ残留水素濃度を速やかに低減する。

【0020】請求項5の発明は、請求項1の移動体用燃料電池システムにおいて、前記残留水素パージ手段が前記バッテリーから前記燃料電池に電圧を印加させ、水素の電気化学的輸送を一定時間行うものであり、システム停止時に、残留水素濃度が水素分離膜に影響を与えない程度まで低減するのに必要な一定時間だけ水素の電気化学的輸送を行うことにより、バッテリーのエネルギーロスを最低限度に抑える。

【0021】請求項6の発明は、請求項1又は5の移動体用燃料電池システムにおいて、前記残留水素パージ手段が前記燃料電池の電流電圧特性から前記水素循環系の残留水素濃度が所望の濃度以下になったことを判断した

6

ときに、前記バッテリーから前記燃料電池への電圧印加を停止し、水素の電気化学的輸送を停止するものであり、バッテリーのエネルギーロスを最低限度に抑える。

【0022】請求項7の発明は、請求項1～6の移動体用燃料電池システムにおいて、前記空気極の入口側及び出口側それぞれに遮断手段を備え、前記残留水素パージ手段が前記水素循環系の残留水素濃度を低減させた後、前記燃料電池の空気極を水蒸気でパージし、しかる後に前記空気極の入口側並びに出口側を前記遮断手段により遮断するものである。

【0023】請求項7の発明の移動体用燃料電池システムでは、システム停止時に、残留水素パージ手段が水素循環系の余剰水素による余剰発電を終了させた後、あるいは燃料電池による水素の電気化学的輸送が終了した後に、燃料電池の空気極を水蒸気によってパージし、さらに燃料電池の空気極の入口側並びに出口側を遮断手段により遮断する。これにより、燃料電池の燃料極側の閉じた空間である水素循環系と、燃料電池の空気極側とを共に水蒸気で満たされて閉じた空間として保持し、システムの温度が低下して水蒸気が凝縮した際に、燃料電池の燃料極側も空気極側も同程度の減圧状態にして燃料電池のイオン伝導膜への差圧の発生を抑える。

【0024】請求項8の発明は、請求項1の移動体用燃料電池システムにおいて、前記水素分離器の入口側並びに出口側を遮断する遮断手段と、前記燃料電池の燃料極側を大気開放する開放手段とを備え、前記残留水素パージ手段が前記水素循環系の残留水素の電気化学的輸送が終了した後、前記水素循環系の前記水素分離器の入口側並びに出口側を前記遮断手段により遮断し、前記燃料電池の燃料極を前記大気開放手段により大気開放するものである。

【0025】請求項8の発明の移動体用燃料電池システムでは、システム停止時に、残留水素パージ手段が水素循環系の残留水素の電気化学的輸送を終了させた後、水素循環系の水素分離器の入口側並びに出口側を遮断手段により遮断し、燃料電池の燃料極を大気開放手段により大気開放する。これにより、システムの温度が低下して水蒸気が凝縮しても、燃料電池の燃料極並びに空気極側の圧力をほぼ空気圧のまま保持させ、燃料電池のイオン伝導膜への差圧の発生を抑える。

【0026】請求項9の発明は、請求項1～8の移動体用燃料電池システムにおいて、前記水素分離器の改質ガス側の入口側及び出口側を遮断する遮断手段を備え、前記残留水素パージ手段が当該システムの停止時に前記遮断手段により前記水素分離器の改質ガス側の入口側並びに出口側を遮断するものである。

【0027】請求項10の発明は、請求項9の移動体用燃料電池システムにおいて、前記残留水素パージ手段が前記水素分離器の改質ガス側の入口側並びに出口側を遮断する前に、前記水素分離器の改質ガス側を水蒸気でパ

7

ージするものである。

【0028】請求項9及び10の発明の移動体用燃料電池システムでは、システム停止時に残留水素パージ手段が水素分離器の改質ガス側の入口側並びに出口側を遮断するが、その前に水素分離器の改質ガス側を水蒸気でパージする。これにより、従来のように外部の窒素供給装置から窒素を供給してこの部分の水素をパージする必要をなくし、移動体用のシステムとして小型化を図る。

【0029】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、水素循環系の残留水素濃度を、水素分離膜の温度が水素脆化温度以下になる前に短時間のうちに極めて低い水素濃度に低減することができる。

【0030】請求項2の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、システム停止時に残留水素による余剰電力をバッテリーに充電することにより、システム停止時に残留水素による発電電力をバッテリーに充電ことができ、エネルギー効率を高めることができる。

【0031】請求項3の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、システム停止時に余剰電力を放電抵抗回路に放電することにより、残留水素による発電電力を速やかに消費させることにより残留水素濃度を速やかに低減することができる。

【0032】請求項4の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、システム停止時にバッテリーの充電状態に応じて残留水素による余剰電力のバッテリーへの充電と放電抵抗回路への放電とを切り替えることができ、エネルギー効率の改善し、かつ残留水素濃度を速やかに低減することができる。

【0033】請求項5の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、システム停止時に残留水素濃度が水素分離膜に影響を与えない程度まで低減するのに必要な一定時間だけ水素の電気化学的輸送を行うことにより、バッテリーのエネルギーロスをも最低限度に抑えることができる。

【0034】請求項6の発明によれば、請求項1又は5の発明の効果に加えて、システム停止時に、燃料電池の電流電圧特性から水素循環系の残留水素濃度が所望の濃度以下になったことを判断したときにバッテリーから燃料電池への電圧印加を停止し、水素の電気化学的輸送を停止することにより、バッテリーのエネルギーロスをも最低限度に抑えることができる。

【0035】請求項7の発明によれば、請求項1～6の発明の効果に加えて、システム停止時に燃料電池の燃料極側の閉じた空間である水素循環系と燃料電池の空気極側が共に水蒸気で満たされて閉じた空間として保持でき、システムの温度が低下して水蒸気が凝縮した際に、燃料電池の燃料極側も空気極側も同程度の減圧状態となり、燃料電池のイオン伝導膜への差圧の発生を抑えることができる。

8

【0036】請求項8の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、システム停止時にシステムの温度が低下して水蒸気が凝縮しても燃料電池の燃料極並びに空気極側の圧力がほぼ空気圧のまま保持することができ、燃料電池のイオン伝導膜への差圧の発生を抑えることができる。

【0037】請求項9及び10の発明によれば、請求項1～8の発明の効果に加えて、システム停止時に従来のように外部の窒素供給装置から窒素を供給してこの部分の水素をパージする必要がなく、移動体用のシステムとして小型化が図れる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳説する。図1は本発明の第1の実施の形態の構成を示している。第1の実施の形態の移動体用燃料電池システムは、図5に示した従来例と同様の基本的な構成を備えている。したがって、以下、図5に示した従来例と共通する要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明は省略する。

【0039】第1の実施の形態の特徴は、従来例における窒素ガスにより水素をパージする窒素パージシステムの要素であるバルブ300～303を削除し、これに代えて、システム停止時に余剰水素による余剰発電電力を放電消費させるための放電抵抗回路400、電力調整器402、そして水素分離器105の改質ガス側の入口及び出口を遮断する遮断弁410、411を設けた点にある。

【0040】電力調整器402は燃料電池100の発電電力、バッテリー401の充電並びに放電、移動体の走行用モータの走行電力あるいは回生電力、放電抵抗回路400への余剰電力の放電などの電力配分を最適に制御する。

【0041】次に、上記の構成の移動体用燃料電池システムのシステム停止時の動作について、図1のブロック図及び図2のシーケンス図を用いて説明する。水素分離膜106の1次側(I)では、システムが停止すると(ステップS0)、メタノールの蒸発器109への供給が停止する。すると水蒸気によって、蒸発器109、改質器101、水素分離器105における水素分離膜106の1次側(I)が順に水蒸気でパージされ、水素やメタノールが追い出される(ステップS11)。

【0042】水蒸気によるパージが充分なされたところで、蒸発器109への水の供給を停止して水蒸気パージを停止し(ステップS12)、この後、水素分離器105の入口、出口それぞれに設けられた遮断弁410、411を遮断し、水素分離膜106の1次側(I)を水蒸気で置換された状態で閉じ込める(ステップS13)。

【0043】これと並行して、水素分離膜106の2次側(II)、すなわち水素循環系HLPでは、次のようにして不活性ガスパージが行われる。水素分離膜106の

50

2次側の水素循環系HLPを運転しながら、水素循環系の余剰水素を用いて燃料電池100で余剰電力を発電する。電力調整器402は、余剰電力がバッテリー401に充電可能な程度の電圧であり、かつバッテリー401が過充電にならない条件下では、余剰電力をバッテリー401に充電し、バッテリー401が満充電の場合又は余剰電力が充電可能なほどの電圧ではない条件下では、放電抵抗回路400に余剰電力を放電させる（ステップS21）。

【0044】水素循環系HLPの残留水素は徐々に低下していき、ある程度低下したところで電力調整器402がバッテリー401の電圧を、燃料電池100の燃料極側から空気極側に水素を電気化学的に輸送するように印加すると、速やかに極めて低い水素濃度にまで低減される（ステップS22）。なお、この電気化学的ポンピングの技術については、例えば、米国特許明細書第4,671,080に、またその改良案として、特開平5-242850号公報に記載された技術を採用している。この技術の原理は、電解質膜にバッテリー401から電圧を印加して、余剰水素により燃料極に発生した水素イオンを電解質膜を通して空気極側に移動させ、空気極側で触媒の介在下に酸素と反応させて消費させるものである。

【0045】こうして水素分離膜106の1次側（I）並びに2次側（II）の水素濃度が十分に低減した後、循環ポンプ112を停止させ、またシステムの全要素を停止させる。これにより水素分離膜106の温度が水素脆化温度以下に降温する。この際、水素分離膜106の1次側並びに2次側は共に水蒸気が閉じ込められた閉じた空間であるため、温度が下がり水蒸気が凝縮する際には同様の減圧状態となり、差圧の発生が抑えられ、差圧による水素分離膜106の損傷が防止される。

【0046】なお、水素循環系HLPの残留水素濃度がどの程度低減したかは、余剰電力を発電している際には燃料電池100の電流電圧特性から、また電気化学的に水素を輸送している際には電気化学的水素ポンプとしての電流電圧特性から推定することが可能である。そこで、上記の実施の形態では以上の操作をあらかじめ設定した一定時間行わせる仕組みにしているが、水素濃度に対応した電流電圧特性を実験的に決定し、そのデータをルックアップデータテーブルにしてコントローラに組み込んでおき、実際の電流電圧特性を計測し、このデータテーブルを参照して対応する水素濃度を推定し、それが所定値以下になればシステムを最終的に停止させる仕組みにしてもよい。

【0047】このようにして、第1の実施の形態の移動体用燃料電池システムでは、窒素のような不活性ガスを流して水素等のガスを不活性ガスで置換していた従来の不活性ガスバージに対して、水素分離膜の2次側においては水蒸気を循環させながら水素を消費させ、また選択的電気化学的に輸送する方法を採用することによって同

様の効果を得ることができる。したがって、従来のように大量に不活性ガスが充填されたポンペを移動体に搭載する必要はなくなり、不活性ガスポンペの交換といった保守も不要となる。

【0048】次に、本発明の第2の実施の形態について、図3に基づいて説明する。第2の実施の形態では、図1に示した第1の実施の形態の構成に加え、燃料電池100の空気極の入口並びに出口に遮断弁500、501を設けたことを特徴とする。その他の構成は、図1に示した第1の実施の形態と共通する。

【0049】第2の実施の形態の移動体用燃料電池システムでは、システム停止時に、図2に示したシーケンスに従い、水素循環系HLPの余剰水素による余剰発電が終了した後、あるいは燃料電池100による水素の電気化学的輸送が終了した後、コンプレッサ120を停止し、燃料電池100の空気極を加湿器122を用いて水蒸気でバージした後、遮断弁500、501を閉じて燃料電池100の空気極に水蒸気を閉じ込める。

【0050】このようにしてシステムを停止すると、燃料電池100の燃料極側の閉じた空間である水素循環系HLPと、燃料電池100の空気極側が共に水蒸気で満たされて閉じた空間として保持されるため、システムの温度が低下し水蒸気が凝縮した際に、燃料電池100の燃料極側も空気極側も同程度の減圧状態となり、燃料電池100のイオン伝導膜への差圧の発生を抑え、その差圧による損傷を防止することができる。

【0051】次に第3の実施例について、図4に従って説明する。第3の実施の形態の移動体用燃料電池システムは、図1に示した第1の実施の形態の構成に加え、水素分離器105の2次側（II）の入口並びに出口に遮断弁600、601を設け、また燃料電池100の水素循環系HLPと空気極とを接続する開放弁602を設けたことを特徴とする。その他の構成は、図1に示した第1の実施の形態と共通する。

【0052】この第3の実施の形態では、システム停止時に、図2に示したシーケンスに従い燃料電池100による水素の電気化学的輸送が終了した後、遮断弁600、601を閉じる。そして循環ポンプ112を停止し、システム要素の停止が終了した後、開放弁602を開いて燃料電池100の燃料極側を空気極側に接続し、空気極側配管を通じて大気開放する。

【0053】これにより、システムの温度が低下して水蒸気が凝縮しても、燃料電池100の燃料極並びに空気極側の圧力は大気圧のまま保持され、差圧が発生しなくなる。

【0054】なお、上記の各実施の形態において、各構成要素は次のように変更することが可能である。全ての実施の形態において、水とメタノールを例に説明したが、これに限定される訳ではなく、メタノールの他、メタン、ガソリン、ジメチルエーテルなど、改質によって

11

水素リッチなガスを生成し得る燃料であればよく、また液体でも気体でもかまわないし、水やこれらの燃料からなる混合物であってもよい。また水蒸気改質を例に説明したが、部分酸化でもこれらを同時に行うオートサーマルであっても、これらを状況に応じて使い分ける併用型であってもよい。

【0055】また全ての実施の形態において、水素分離膜106の1次側を閉じた空間として遮断する遮断弁410を改質器101と水素分離器105との間に設けたが、これに限定される訳ではなく、蒸発器109と改質器101との間に設けてもよいし、燃料ポンプ132、133と蒸発器109との間に設けてもよい。そして燃料ポンプ132、133と蒸発器109との間に遮断弁410を設ける場合、ポンプを逆回転させるなどにより、蒸発器109より水やメタノールの液体をタンク130、131側に回収してから遮断するようにしてもよい。

【0056】また第3の実施の形態において、燃料電池100の燃料極側を、開放弁602を開いて空気極側に接続して大気開放するようにしたが、これに限定される訳ではなく、例えば、空気極側配管の大気開放部に絞りを設けてもよい。また燃料極側を空気極側に接続せず、開放弁602で直接大気開放してもよいし、さらに絞りを併用してもよい。また燃料極側を空気極側に接続し、かつ空気極側を大気開放せずに遮断弁で閉じ込めてもよい。さらにまた、燃料極側を空気極側に接続する開放弁602の位置は、燃料電池100の燃料極出口に設ける例を説明したが、水素分離膜106を遮断する遮断弁600、601で切り離された水素循環系HLPのどこであってもよいし、また接続される空気極側も燃料電 \* 30

12

\* 池100の空気極に空間的に繋がっている場所であればどこでもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図2】上記の実施の形態のシステム停止時の動作のシーケンス図。

【図3】本発明の第2の実施の形態の構成を示すブロック図。

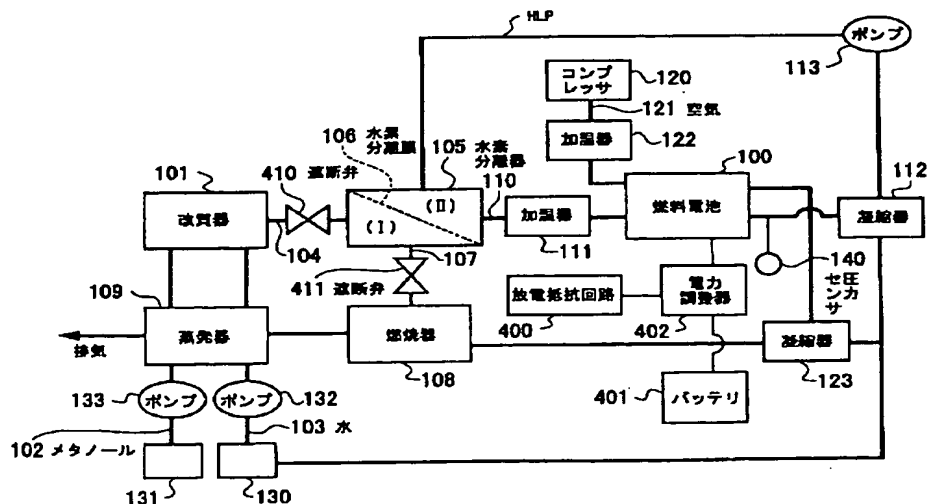
【図4】本発明の第3の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図5】従来例の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

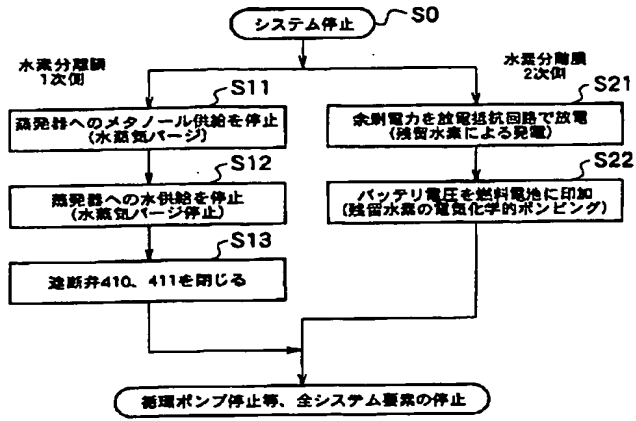
- 100 燃料電池
- 101 改質器
- 105 水素分離器
- 106 水素分離膜
- 108 燃焼器
- 109 蒸発器
- 400 放電抵抗回路
- 401 バッテリ
- 402 電力調整器
- 410 遮断弁
- 411 遮断弁
- 501 遮断弁
- 502 遮断弁
- 600 遮断弁
- 601 遮断弁
- 602 開放弁

【図1】

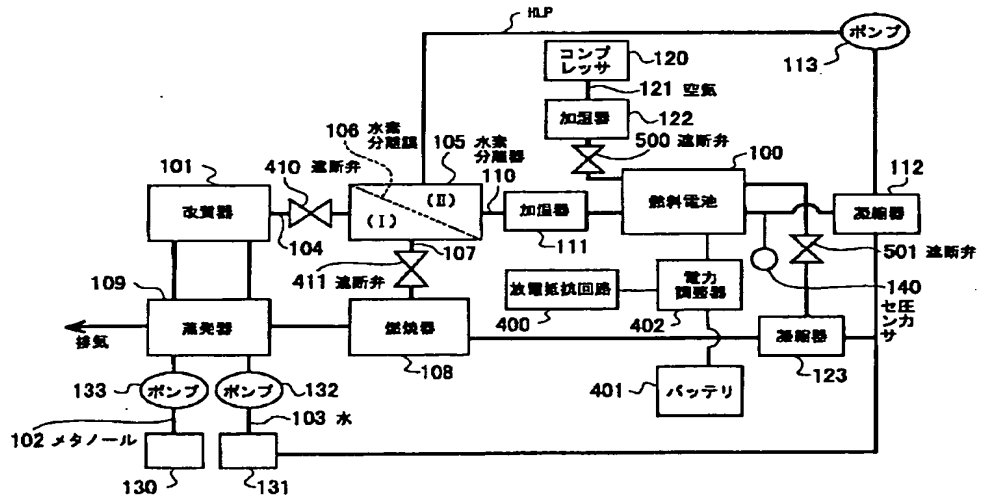




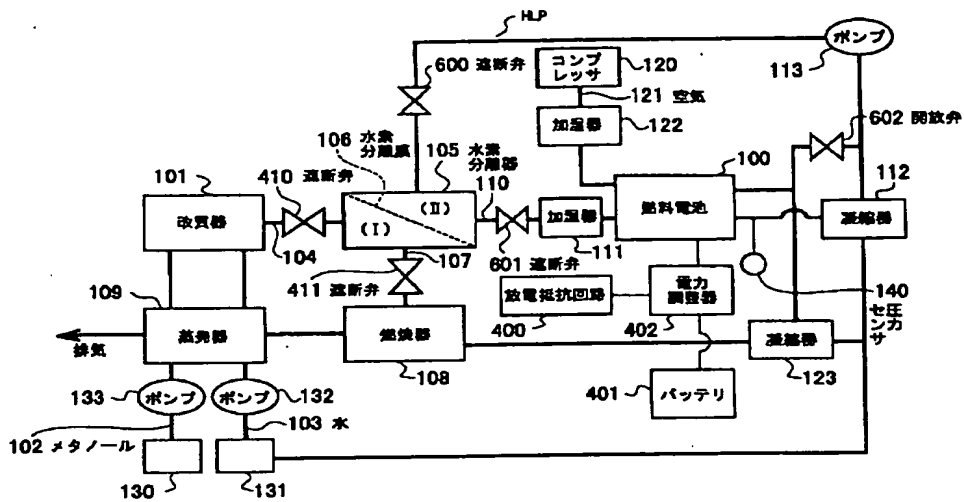
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【圖 5】

